



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation 6 : <b>G02B 6/28, 6/32</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 98/10317</b> (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>12. März 1998 (12.03.98)</b></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/EP97/04779</b> (22) Internationales Anmeldedatum: <b>2. September 1997 (02.09.97)</b> (30) Prioritätsdaten: <b>196 35 499.4      3. September 1996 (03.09.96)      DE</b> (71)(72) Anmelder und Erfinder: <b>LISSOTSCHENKO, Vitaly, Dr. [UA/DE]; Solbergweg 54, D-44225 Dortmund (DE). HENTZE, Joachim [DE/DE]; Im Welandborn 15, D-33189 Schlangen (DE).</b> (74) Anwalt: <b>SCHNEIDERS BEHRENDT FINKENER ERNESTI; Südring 8, D-44787 Bochum (DE).</b></p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>AU, BR, CA, CN, CZ, HU, IL, JP, KR, MX, NO, PL, RU, SG, UA, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</b>  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>

(54) Title: **LIGHT-TRANSMITTING DEVICE**

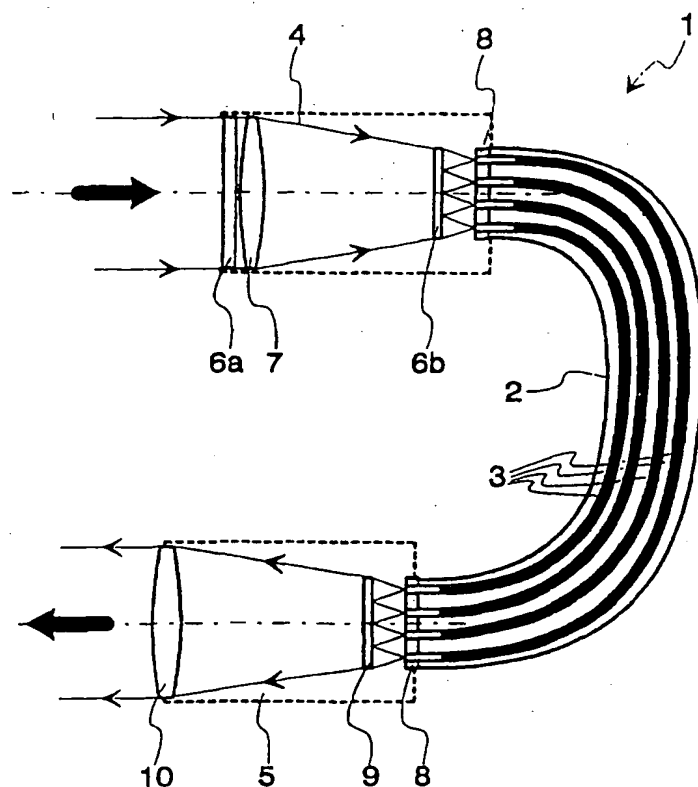
(54) Bezeichnung: **LICHTÜBERTRAGUNGSVORRICHTUNG**

(57) Abstract

A light-transmitting device (1), in particular an optical fibre power transmission system, has a bundle (2) of optical fibres made of a plurality of optical fibres (3) and on which is arranged at least one coupling element (4, 5) for coupling and decoupling a light beam. In order to avoid overloading individual optical fibres (3) and increase the effectiveness of the power transmission, a coupling element (4, 5) has a coupler array (6a/b, 9) with several cells which focuses several times an incident light beam in a surface, each cell being located on the light-transmitting cross-section of an optical fibre (3) of the bundle (2) of optical fibres.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Lichtübertragungsvorrichtung (1), insbesondere ein faseroptisches Lichtübertragungssystem zur Leistungsübertragung, mit einem aus einer Mehrzahl von Lichtleitfasern (3) gebildeten Lichtleitfaserbündel (2), an dem mindestens ein Kopplungselement (4, 5) zum Ein- bzw. Auskoppeln eines Lichtstrahlbündels angeordnet ist. Um eine Überlastung einzelner Lichtleitfasern (3) zu vermeiden und den Wirkungsgrad der Leistungsübertragung zu erhöhen, schlägt die Erfindung vor, daß ein Kopplungselement (4, 5) ein Kopplerarray (6a/b, 9) mit mehreren Zellen aufweist, das ein einfallendes Lichtstrahlbündel in einer Fläche mehrfach fokussiert, und zwar mit einer Zelle jeweils auf den lichtleitenden Querschnitt einer Lichtleitfaser (3) des Lichtleitfaserbündels (2).



### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

### Lichtübertragungsvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Lichtübertragungsvorrichtung, insbesondere ein  
5 faseroptisches Lichtübertragungssystem zur Leistungsübertragung, mit  
einem aus einer Mehrzahl von Lichtleitfasern gebildeten Lichtleitfaserbündel,  
an dem mindestens ein Kopplungselement zum Ein- bzw. Auskoppeln eines  
Lichtstrahlbündels angeordnet ist.

Derartige Lichtübertragungsvorrichtungen werden überall dort eingesetzt, wo  
10 das von einer Lichtquelle emittierte Licht an einen definierten Ort übertragen  
werden soll. Die Anwendungsmöglichkeiten reichen dabei von der  
Übertragung modulierter Signale kleiner Leistung in der Nachrichtentechnik  
bis zu Lichtstrahlbündeln hoher Energiedichte, beispielsweise energiereicher  
Laserstrahlen zur Materialbearbeitung und für medizinische Anwendungen.

15 Lichtübertragungssysteme, bei denen das Licht durch Lichtleitfasern  
übertragen wird, zeichnen sich zum einen durch gute  
Übertragungseigenschaften, beispielsweise geringe Leistungsverluste, aus  
und sind zum anderen mechanisch so flexibel, daß mit ihrer Hilfe auch in  
ansonsten schwer zugängliche Bereiche eingestrahlt werden kann. Die  
20 Anwendungen reichen deswegen von optischer Datenübertragung bis hin zu  
endoskopischen Beleuchtungsvorrichtungen in der Medizintechnik.

Das Licht wird in eine Lichtleitfaser angekoppelt, indem die Lichtquelle auf  
ein Ende, d.h. eine Stirnfläche der Lichtleitfaser fokussiert wird. Am anderen  
Ende der Lichtleitfaser erfolgt der Lichtaustritt ebenfalls über die Stirnfläche,

wobei gegebenenfalls wiederum Auskopplungselemente vorgeschaltet sind, beispielsweise Kollimatoren oder dergleichen.

Während in der Nachrichtentechnik lediglich Lichtsignale geringer Leistung verwendet werden, deren Übertragung problemlos mittels einer einzigen  
5 Lichtleitfaser, beispielsweise einer Monomode- oder Multimode-Glasfaser, erfolgen kann, kommt es bei der Übertragung höherer Lichtleistungen, beispielsweise zur Materialbearbeitung oder in der Chirurgie, zu Problemen. Mittels einer einzigen Lichtleitfaser ist nämlich nur eine begrenzte Leistung übertragbar, bei deren Überschreitung Schäden bis hin zur Zerstörung der  
10 Faser auftreten. Höhere Lichtleistungen müssen deswegen auf mehrere Lichtleitfasern verteilt werden, die in der Regel zu einem Faserbündel zusammengefaßt werden. Zur Einkopplung des Lichts in ein derartiges Lichtleitfaserbündel ist es bisher nach dem Stand der Technik üblich, eine Lichtquelle, beispielsweise einen leistungsstarken Laser, über  
15 Kopplungselemente wie Kondensorsysteme oder dergleichen die Lichtquelle auf der Stirnfläche des Faserbündels abzubilden, d. h. zu fokussieren. Auf diese Weise kann zwar sichergestellt werden, daß die über den Querschnitt des Lichtleitfaserbündels gemittelte Energiedichte den kritischen Wert pro Faser nicht überschreitet. Allerdings ist die Energiedichte über den  
20 Querschnitt des Lichtstrahlbündels in der Regel nicht homogen verteilt, so daß es durch lokale Schwankungen zu einer Überlastung und Beschädigung einzelner Lichtleitfasern eines Faserbündels kommen kann. Es ist offensichtlich, daß durch solche Schäden ein Lichtleitfaserbündel bereits nach kurzer Zeit nicht mehr einsetzbar ist. Alternativ könnte zwar ein  
25 Lichtleitfaserbündel mit größerem Querschnitt verwendet werden, bei dem die mittlere Energiedichte pro Faser herabgesetzt werden könnte. Diese Maßnahme würde aber wiederum zusätzliche Fokussierungseinrichtungen zur Auskopplung aus dem Faserbündel erfordern, was natürlich wiederum einen erheblichen Aufwand bedeutet.

30 Ein weiteres Problem ergibt sich daraus, daß, selbst wenn die Fasern im Faserbündel dicht gepackt sind, zwischen ihnen zwickelförmige Zwischenräume verbleiben und außerdem auch nur das in den Kernbereich der Stirnfläche einer Lichtleitfaser eintretende Licht weitergeleitet wird. Als

Folge daraus wird nicht das gesamte auf die Stirnfläche eines Lichtleitfaserbündels einfallende Licht tatsächlich übertragen, so daß der Gesamtwirkungsgrad in unerwünschter Weise verringert wird.

5 Im Hinblick auf die Lösung der vorgenannten Probleme ergibt sich die Aufgabe der Erfindung, bei der Übertragung hoher Energiedichten mit einem Lichtleitfaserbündel die Beschädigung einzelner Fasern zu vermeiden und den Wirkungsgrad zu verbessern.

10 Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung vor, daß ein Kopplungselement ein Kopplerarray mit mehreren Zellen aufweist, das ein einfallendes Lichtstrahlbündel in einer Fläche mehrfach fokussiert, und zwar mit einer Zelle jeweils auf den lichtleitenden Querschnitt einer Lichtleitfaser des Lichtleitfaserbündels.

15 Das erfindungsgemäß in dem Kopplungselement integrierte Kopplerarray weist vorzugsweise rasterförmig oder rotationssymmetrisch angeordnete optische Elemente, beispielsweise Linsen, auf, die insgesamt eine Mehrzahl von Zellen definieren. Das optische System einer jeden Zelle ist bevorzugt so ausgelegt, daß der gesamte Querschnitt oder zumindest ein großer Teil des Querschnitts des einfallenden Lichtstrahlbündels auf der Eintritts- oder Austrittsfläche einer Lichtleitfaser fokussiert werden. Der Abstand zwischen  
20 den Enden der Lichtleitfasern und dem Kopplerarray ist so eingestellt, daß das pro Zelle fokussierte Lichtstrahlbündel jeweils den lichtleitenden Querschnitt einer einzelnen Lichtleitfaser optimal ausleuchtet.

25 Der besondere Vorteil der erfindungsgemäßen Lichtübertragungsvorrichtung ergibt sich daraus, daß das einfallende Licht durch das Kopplerarray optimal auf die einzelnen Lichtleitfasern eines Lichtleitfaserbündels verteilt wird. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die eingestrahlte Lichtleistung gleichmäßig auf alle Einzelfasern des Faserbündels aufgeteilt wird. Durch diese Homogenisierung wird eine Beschädigung einzelner Fasern durch Überlastung nahezu ausgeschlossen.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, daß jeder Zelle des Kopplerarrays individuell eine Lichtleitfaser zugeordnet ist. Dadurch ist es möglich, die Lichtleistung pro Zelle ausschließlich auf den zentralen, lichtleitenden Bereich auf der Stirnfläche am Ende einer einzelnen Lichtleitfaser zu bündeln. Das bedeutet, daß keine Lichtleistung mehr durch Absorption in den unempfindlichen Randbereichen einer Lichtleitfaser sowie in den Zwickeln zwischen den Lichtleitfasern im Lichtleitfaserbündel absorbiert wird und nicht mehr nutzbar ist. Auf diese Weise wird der Wirkungsgrad gegenüber faseroptischen Lichtübertragungsvorrichtungen gemäß dem Stand der Technik erheblich gesteigert.

In einer vorteilhaften Ausführungsform sieht die Erfindung vor, daß das Kopplerarray ein Linsenarray aufweist, bei dem jeweils in Achsrichtung vor einer Linse ein Ende einer Lichtleitfaser angeordnet ist. Hierbei weist das Linsenarray eine Mehrzahl von bevorzugt rasterförmig oder rotationssymmetrisch angeordneten Linsen auf, die jeweils eine Zelle bilden. Jede einzelne Linse des Arrays kann sowohl sphärisch, d.h. kugelsegmentförmig, als auch zur Korrektur der sphärischen Aberration, asphärisch-sphärisch ausgebildet sein. Vorzugsweise bildet jede Linse den gesamten Querschnitt des Lichtstrahlbündels oder zumindest einen größeren Teil davon auf der lichtleitenden Fläche einer Lichtleitfaser auf deren Stirnfläche ab.

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lichtübertragungsvorrichtung weist das Kopplerarray zwei in Strahlrichtung hintereinander angeordnete, gekreuzte Zylinderlinsenarrays auf. Durch die beiden Zylinderlinsenarrays, die entweder aus separaten Einzellinsen zusammengesetzt sind oder jeweils als monolithisches Bauelement ausgebildet sind, wird, gegebenenfalls durch Vorschaltung einer weiteren Linse, ein Homogenisator gebildet. In dieser Ausführungsform wird eine Zelle jeweils am Kreuzungspunkt zweier Zylinderlinsen gebildet. Wie bereits in der vorgenannten Ausführungsform wird das einfallende Lichtstrahlbündel jeweils in der Verlängerung der durch diesen Kreuzungspunkt gehenden Längsachse auf das Ende einer Lichtleitfaser abgebildet.

In den vorgenannten Ausführungsformen sind die Kopplerarrays vorzugsweise als monolithische Elemente ausgebildet. Derartige monolithische Elemente haben den Vorteil, daß sie rationell mit modernen Herstellungsverfahren mit hoher Genauigkeit einstückig herstellbar sind und somit eine Dejustierung der einzelnen Linsen gegeneinander ausgeschlossen wird. Der Justieraufwand bei der Herstellung des Lichtübertragungssystems wird damit ebenfalls reduziert.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung bilden die an dem Lichtleitfaserbündel angebrachten Kopplungselemente ein Strahlformungssystem. Hierbei ist es sowohl denkbar, daß ein erfindungsgemäßes Kopplungselement mit einem Kopplerarray entweder nur als Einkopplungs- oder Auskopplungselement am Eingang bzw. Ausgang des Lichtleitfaserbündels angeordnet ist, wobei dieses dann jeweils bereits ein Strahlformungssystem bildet, mit dem die gewünschten Strahlparameter zur Verfügung gestellt werden. Dadurch kann beispielsweise ein gaußförmiges Intensitätsprofil vorgegeben werden, wie es häufig zur Materialbearbeitung oder für medizinische Anwendungen gefordert wird. Gleichfalls ist es möglich, daß sowohl am Eingang als auch Ausgang des Lichtleitfaserbündels ein erfindungsgemäßes Kopplungselement angebracht ist, wobei die Kopplerarrays, gegebenenfalls mit weiteren optischen Elementen wie Kollimatorlinsen oder dergleichen, zusammen ein Strahlformungssystem bilden, mit dem das Intensitätsprofil und/oder der Strahlquerschnitt nahezu beliebig vorgebar ist.

Ob ein oder zwei erfindungsgemäße Kopplungselemente mit Kopplerarrays am Eingang und/oder Ausgang des Lichtleitfaserbündels angeordnet sind, richtet sich nach dem konkreten Einsatzzweck des jeweiligen Lichtübertragungssystems. Um beispielsweise ein Lichtstrahlbündel großer Leistung, beispielsweise aus einem leistungsstarken, stationären Laser, an mehrere Arbeitsplätze zu verteilen, wird ein erfindungsgemäßes Einkopplungselement vor den Eingang des Lichtleitfaserbündels gesetzt. Die Ausgänge der einzelnen Lichtleitfasern kommen flexibel einzeln oder in Teilbündeln an unterschiedlichen Anwendungsplätzen zum Einsatz. An den Enden dieser Einzelfasern bzw. Teilfaserbündel lassen sich selbstverständlich

je nach Bedarf wiederum erfindungsgemäße Kopplungselemente als Auskopplungselemente anbringen.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß die Lichtleitfasern des Lichtleitfaserbündels vor dem Kopplerarray in einem Faserhalter gehalten sind. In dem Faserhalter sind die Einzelfasern in der durch das Kopplerarray vorgegebenen Anordnung fixiert. Dadurch werden die Eingangs- bzw. Ausgangsflächen der Lichtleitfasern optimal vor dem Kopplerarray angeordnet, so daß eine Dejustierung, die zu einer ungleichmäßigen Ausleuchtung des Lichtleitfaserbündels führen könnte, weitestgehend ausgeschlossen wird. Zu diesem Zweck ist der Faserhalter, der beispielsweise als Locharray mit demselben Rastermaß wie ein matrixförmiges Kopplerarray ausgebildet ist, dem Koppelement fest mit dem Kopplerarray verbunden.

Die Ausführung des Faserhalters als Locharray, dessen Löcher mit den Zellen des Kopplerarrays korrespondieren, ist besonders zweckmäßig mit geringem Aufwand herstellbar und einfach in der Handhabung. Die praktische Ausführung läßt sich beispielsweise realisieren, indem in eine Platte im Rastermaß des Kopplerarrays eine Vielzahl von parallelen Bohrungen angebracht sind, in denen die Enden der einzelnen Lichtleitfasern eingesteckt und beispielsweise durch Verkleben, Verschweißen oder dergleichen fixiert werden.

Vorzugsweise weist das Kopplungselement weiterhin einen optischen Modulator auf. Derartige Modulatoren können beispielsweise Strahlblenden, Masken oder auch elektro-optische Modulatoren sein, die eine gezielte Beeinflussung der Strahlparameter ermöglichen.

Die Möglichkeiten zur Beeinflussung der Strahlgeometrie und des Intensitätsprofils werden dadurch nochmals erweitert, daß jeweils einer Zelle des Kopplerarrays ein elektro-optischer Modulator zugeordnet ist. Damit ist die pro Lichtleiterfaser übertragene Leistung gezielt einstellbar, so daß beispielsweise eine definierte Vorgabe des Ausgangs-Strahlprofils erfolgen kann.



Weiterhin es vorteilhaft, daß das erfindungsgemäße Kopplungselement in einem Steckverbinder integriert ist. Durch diese Maßnahme wird die Handhabung erleichtert, indem beispielsweise unterschiedliche Lichtübertragungssysteme mittels des Steckverbinders problemlos an unterschiedlichen Lichtquellen verwendbar sind. Auch Verlängerungsleitungen lassen sich auf diese Weise einfach realisieren.

Ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Lichtübertragungsvorrichtung ist im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

10                      Fig. 1                      ein erfindungsgemäßes Lichtübertragungssystem in schematischer Schnittdarstellung;

                         Fig. 2                      eine Ansicht auf ein erfindungsgemäßes Kopplerarray in Strahlängsrichtung.

15    In Fig.1 ist die Lichtübertragungsvorrichtung als Ganzes mit dem Bezugszeichen 1 versehen. Sie besteht im wesentlichen aus einem Lichtleitfaserbündel 2, welches aus einer Mehrzahl von Lichtleitfasern 3 gebildet wird, an dessen Enden ein Einkopplungselement 4 sowie ein Auskopplungselement 5 angebracht sind.

20    Das Einkopplungselement 4 weist zwei hintereinander angeordnete, gekreuzte Zylinderlinsenarrays 6a und 6b auf. Diese bilden zusammen ein Kopplerarray 6a/b.

25    In der Darstellung von links ist in das Zylinderlinsenarray 6a ein paralleles oder annähernd paralleles Lichtstrahlbündel, beispielsweise aus einem Laser, einstrahlbar, welches in der Zeichnung mit einem Pfeil angedeutet ist. In Strahlrichtung hinter dem Zylinderlinsenarray 6a ist eine Linse 7 angeordnet, die den Strahlquerschnitt auf die Fläche des kleineren Zylinderlinsenarrays 6b verengt.

In Strahlrichtung hinter dem Kopplerarray 6a/b, d. h. in Strahlrichtung hinter dem zweiten Zylinderlinsenarray 6b, ist ein Faserhalter 8 angeordnet. Dieser ist bevorzugt als Locharray ausgebildet, wobei eine Vielzahl von Bohrungen, die in dieser Darstellung nicht erkennbar sind, in dem durch das matrixförmige Kopplerarray 6a/b vorgegebenen Raster angeordnet sind. In diesen sind die Enden der einzelnen Lichtleitfasern 3 des Lichtleitfaserbündels 2 derart fixiert, daß deren Eingangsquerschnitt in der Fokusfläche des Kopplerarrays 6a/b liegt.

Ausgangsseitig ist an dem Lichtleitfaserbündel 2 wiederum ein Faserhalter 8 angebracht, der allerdings mit dem Auskopplungselement 5 verbunden ist. Darin ist in Strahlrichtung hinter dem Faserhalter 8 ein Kopplerarray 9 angeordnet. Dieses ist als monolithisches Linsenarray ausgebildet, dessen Einzellinsen im selben Raster angeordnet sind wie die Bohrungen in dem Faserhalter 8.

Ausgangsseitig ist in dem Auskopplungselement 5 in Strahlrichtung hinter dem Kopplerarray 9 eine Kollimatorlinse 10 angeordnet, die das divergent austretende Strahlbündel parallelisiert. Das austretende, parallele oder annähernd parallele Lichtstrahlbündel ist wiederum mit einem Pfeil angedeutet.

Figur 2 zeigt schematisch eine Ansicht in Strahlrichtung auf das Kopplerarray 6a/b bzw. 9 mit den dahinter angeordneten Stirnflächen der Enden der einzelnen Lichtleitfasern 3.

Aus dieser Ansicht geht besonders gut die rasterförmige Anordnung der Lichtleitfasern 3 in dem nicht sichtbaren Faserhalter hervor, die mit den Zellen 11 jeweils korrespondiert.

Die Vorteile des dargestellten erfindungsgemäßen Lichtübertragungssystems 1 ergeben sich daraus, daß mittels der Kopplerarrays 6a/b in dem Einkopplungselement 4 trotz eines im Einzelfall ungleichmäßigen Intensitätsprofils des eintretenden Lichtstrahlbündels die Lichtenergie gleichmäßig auf die einzelnen Lichtleitfasern 3 des

Lichtleitfaserbündels 2 verteilt wird. Dadurch ist eine Überlastung einzelner Lichtleitfasern 3 praktisch ausgeschlossen.

Ein weiterer Vorteil ist, daß das eintretende Strahlbündel über das Kopplerarray 6a/b und die Linse 7 derart auf die Eingangsflächen der in dem  
5 Faserhalter 8 fixierten Lichtleitfasern 3 fokussiert wird, daß sich ein besonders guter Wirkungsgrad der Übertragung ergibt.

Zusammen mit dem Auskopplungselement 5, welches ebenfalls ein Kopplerarray 9 aufweist, wird praktisch ein Strahlformungssystem gebildet. Dieses ermöglicht eine definierte Anpassung der Strahlparameter.

10 Insgesamt ermöglicht das erfindungsgemäße Übertragungssystem 1 eine optimale Ausnutzung eines Lichtleitfaserbündels 2 bei der Übertragung hoher Lichtleistungen.

### Patentansprüche

1. Lichtübertragungsvorrichtung, insbesondere ein faseroptisches Lichtübertragungssystem zur Leistungsübertragung, mit einem aus einer  
5 Mehrzahl von Lichtleitfasern gebildeten Lichtleitfaserbündel, an dem mindestens ein Kopplungselement zum Ein- bzw. Auskoppeln eines Lichtstrahlbündels  
angeordnet ist,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß ein Kopplungselement (4,5) ein Kopplerarray (6a/b, 9) mit mehreren  
10 Zellen (11) aufweist, das ein einfallendes Lichtstrahlbündel in einer Fläche mehrfach fokussiert, und zwar mit einer Zelle (11) jeweils auf den lichtleitenden Querschnitt einer Lichtleitfaser (3) des Lichtleitfaserbündels (2).

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das  
15 Kopplerarray (6a/b, 9) ein Linsenarray (6a, 6b, 9) aufweist, bei dem jeweils in Achsrichtung vor einer Linse ein Ende einer Lichtleitfaser (3) angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Kopplerarray (6a,6b,9) die Zellen (11) rasterförmig angeordnet sind.

20 4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Kopplerarray (6a,6b,9) die Zellen (11) rotationssymmetrisch angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zelle (11) eine sphärische Linse aufweist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zelle (11) eine asphärische Linse aufweist.

5 7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplerarray (6a/b, 9) in Strahlrichtung hintereinander angeordnete, gekreuzte Zylinderlinsenarrays (6a, 6b) aufweist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kopplerarray (6a, 6b, 9) als monolithisches Element ausgebildet ist.

10 9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplungselemente (4, 5) ein Strahlformungssystem bilden.

10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kopplungselement mit einem Kopplerarray (6a/b) als  
15 Einkopplungselement (4) am Eingang des Lichtleitfaserbündels (2) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kopplungselement mit einem Kopplerarray (9) als Auskopplungselement (5) am Ausgang des Lichtleitfaserbündels (2) angeordnet ist.

20 12. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfasern (3) des Lichtleitfaserbündels (2) vor dem Kopplerarray (6a/b, 9) in einem Faserhalter (8) gehalten sind.

25 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Faserhalter (8) als Locharray ausgebildet ist, dessen Löcher mit den Zellen (11) des Kopplerarrays (6a/b, 9) korrespondieren.

14. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungselement (4,5) einen optischen Modulator aufweist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß  
5 jeweils einer Zelle (11) des Kopplerarrays (6a/b, 9) ein elektro-optischer Modulator zugeordnet ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kopplungselement (4,5) in einem Steckverbinder integriert ist.

Fig.1

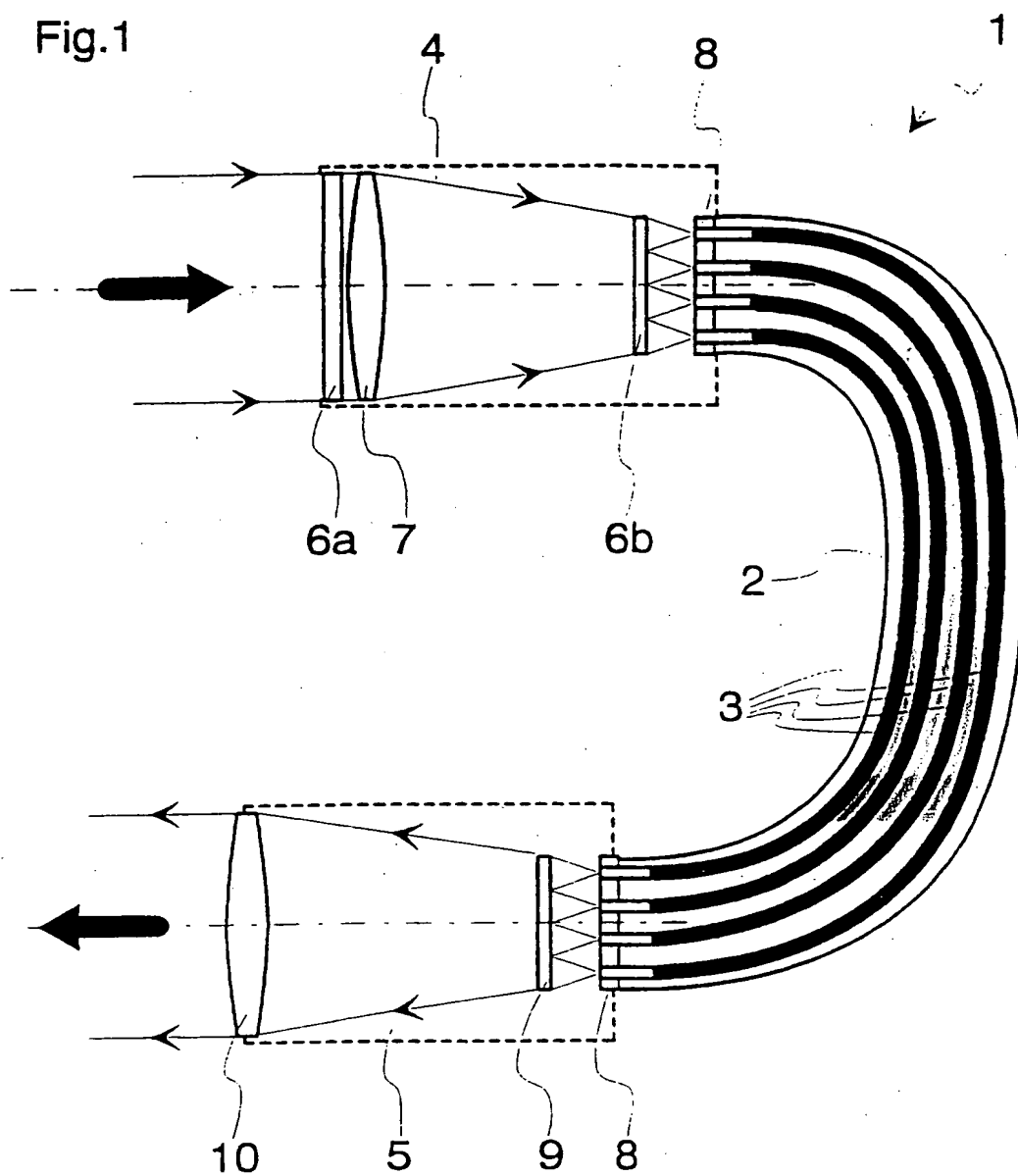
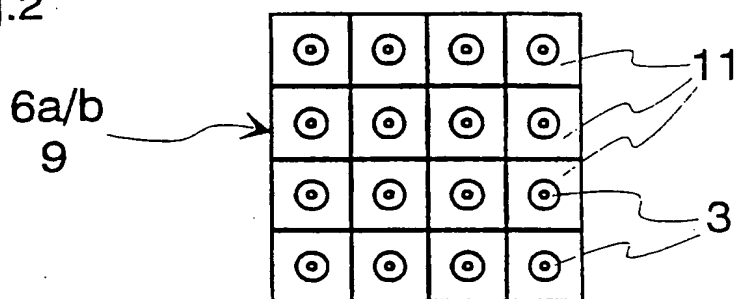


Fig.2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 97/04779

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 G02B6/28 G02B6/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 685 965 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 9 July 1993 see the whole document	1-4, 6, 9-11
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 116 (P-845), 22 March 1989 & JP 63 291012 A (HOYA CORP), 28 November 1988, see abstract	1-4, 8-10, 16
X	EP 0 506 438 A (NIPPON ELECTRIC CO) 30 September 1992 see abstract; figures 4,5 see column 1, line 55 - column 2, line 19 see column 3, line 44 - column 4, line 6 see column 5, line 26 - line 28	1
A	---	12, 13
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

**"Special categories of cited documents:**

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 January 1998

Date of mailing of the international search report

15/01/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jakober, F



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Patent Application No

PCT/EP 97/04779

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	DE 42 03 727 A (SIEMENS AG) 12 August 1993 see the whole document ---	1-3,5,8, 9,11
A	EP 0 317 153 A (BRITISH TELECOMM) 24 May 1989 see abstract; figure 1 ---	7
A	US 4 933 649 A (SWANSON GARY J ET AL) 12 June 1990 see abstract; figures 2A,4 ---	14
A	EP 0 154 391 A (STANDARD TELEPHONES CABLES LTD) 11 September 1985 see abstract; figures 2,3 -----	15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 97/04779

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2685965 A	09-07-93	US 5377287 A DE 4243057 A	27-12-94 08-07-93
EP 0506438 A	30-09-92	JP 4301810 A US 5260587 A	26-10-92 09-11-93
DE 4203727 A	12-08-93	NONE	
EP 0317153 A	24-05-89	AU 2725788 A WO 8904979 A JP 2502584 T	14-06-89 01-06-89 16-08-90
US 4933649 A	12-06-90	NONE	
EP 0154391 A	11-09-85	GB 2154772 A AU 574762 B AU 3897085 A JP 60204076 A US 4633428 A	11-09-85 14-07-88 29-08-85 15-10-85 30-12-86

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/04779

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 G02B6/28 G02B6/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 685 965 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 9. Juli 1993 siehe das ganze Dokument ---	1-4, 6, 9-11
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 116 (P-845), 22. März 1989 & JP 63 291012 A (HOYA CORP), 28. November 1988, siehe Zusammenfassung --- -/--	1-4, 8-10, 16

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Januar 1998

Abmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

15/01/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Jakober, F

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/04779

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	EP 0 506 438 A (NIPPON ELECTRIC CO) 30. September 1992 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 4,5 siehe Spalte 1, Zeile 55 - Spalte 2, Zeile 19 siehe Spalte 3, Zeile 44 - Spalte 4, Zeile 6 siehe Spalte 5, Zeile 26 - Zeile 28	1
A	---	12,13
A	DE 42 03 727 A (SIEMENS AG) 12. August 1993 siehe das ganze Dokument	1-3,5,8, 9,11
A	---	7
A	EP 0 317 153 A (BRITISH TELECOMM) 24. Mai 1989 siehe Zusammenfassung; Abbildung 1	14
A	---	15
A	US 4 933 649 A (SWANSON GARY J ET AL) 12. Juni 1990 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 2A,4	
A	---	
A	EP 0 154 391 A (STANDARD TELEPHONES CABLES LTD) 11. September 1985 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 2,3	
	-----	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung: ... die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 97/04779

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2685965 A	09-07-93	US 5377287 A DE 4243057 A	27-12-94 08-07-93
EP 0506438 A	30-09-92	JP 4301810 A US 5260587 A	26-10-92 09-11-93
DE 4203727 A	12-08-93	KEINE	
EP 0317153 A	24-05-89	AU 2725788 A WO 8904979 A JP 2502584 T	14-06-89 01-06-89 16-08-90
US 4933649 A	12-06-90	KEINE	
EP 0154391 A	11-09-85	GB 2154772 A AU 574762 B AU 3897085 A JP 60204076 A US 4633428 A	11-09-85 14-07-88 29-08-85 15-10-85 30-12-86

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**